

**Е. О. Бакшеев\*, М. А. Машковцев, С. В. Буйначев, Е. В. Гордеев**

Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

\*rzmetall102@gmail.com,

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЯ СИНТЕЗА НА ПАРАМЕТРЫ ПОВЕРХНОСТИ И ПОРИСТОСТИ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ЦЕРИЯ И ЦИРКОНИЯ**

Работа посвящена исследованию влияния концентрации нитрата аммония в процессе осаждения гидроксидов церия, циркония, иттрия и лантана на параметры поверхности и пористости оксидной системы  $Zr_{0,5}Ce_{0,4}Y_{0,05}La_{0,05}O_x$ . Установлено, что варьирование концентрации нитрата аммония оказывает существенное влияние на площадь удельной поверхности формирующихся твердых растворов.

*Ключевые слова:* оксид церия, оксид циркония, оксид лантана, оксид иттрия, осаждение, гидролиз, OSC материалы, катализ.

**E. O. Baksheev, M. A. Mashkovtsev, S. V. Bujnachev, E. V. Gordeev**

## **INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SYNTHESIS CONDITIONS ON THE PARAMETERS OF THE SURFACE AND POROSITY OF SOLID SOLUTIONS BASED ON CERIUM AND ZIRCONIUM OXIDES**

The work was devoted to the study of the influence of ammonium nitrate concentration in the process of precipitation of cerium, zirconium, yttrium and lanthanum hydroxides on the surface parameters and porosity of the oxide system  $Zr_{0,5}Ce_{0,4}Y_{0,05}La_{0,05}O_x$ . It was found that the variation in the concentration of ammonium nitrate had a significant effect on the specific surface area of the solid solutions formed.

*Key words:* Cerium oxide, zirconium oxide, lanthanum oxide, yttrium oxide, precipitation, hydrolysis, OSC materials, catalysis.

Современные автомобильные катализаторы функционируют при высоких температурах, по этой причине материалы, используемые в его составе, должны обладать высокой термической стабильностью [1]. Наибольшей термической стабильностью обладают материалы на основе оксидов циркония, церия и других редкоземельных элементов, обогащенных по оксиду циркония [2]. В настоящее время акту-

альной является разработка технологии синтеза композиций на основе оксидов циркония, церия и других редкоземельных элементов, обеспечивающей высокую термически стабильную удельную поверхность.

Целью работы являлось исследование влияния концентрации нитрата аммония в процессе осаждения на параметры поверхности и пористости системы  $Zr_{0,5}Ce_{0,4}Y_{0,05}La_{0,05}O_x$ .

Образцы синтезировали методом осаждения при постоянном значении  $pH = 9$  с последующей гидротермальной обработкой. Для синтеза использовали общий раствор нитратов Ce, Zr, Y, La ( $C = 25$  г/л) с различным содержанием нитрата аммония и 10 %-ный масс. водный раствор аммиака.

Исследование параметров поверхности и пористости образцов проводили методом низкотемпературной адсорбции/десорбции азота. Результаты исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры	Значения		
Образцы (шифр)	25–0	25–1	25–2
Концентрация нитрата аммония, моль/л	0	1	2
Удельная поверхность после 1000° С, м²/г	41,0	51,8	39,8

Показано, что повышение концентрации нитрата аммония до 1 моль/л приводит к значительному повышению удельной поверхности после термообработки при 1000 °С в течении 4-х часов, однако дальнейшее увеличение содержания нитрата аммония способствует деградации поверхности при тех же параметрах термообработки.

Повышенная термическая стабильность материалов, полученных из кислого раствора концентрации 25 г/л и концентрации нитрата аммония в нем 1 моль/л, вероятно связана с тем, что при добавлении в кислый раствор нитрата аммония, возможно, удастся расширить зону нейтрализации за счет поглощения свободных  $OH^-$  ионов. При этом частички образуются не сразу в момент падения капли, а в процессе распределения ионов металлов по всему реакционному объему. Это снижает вероятность их слипания в процессе осаждения. Благодаря этому удастся добиться высокой степени дисперсности частиц со стабильным ДЭС, что при последующей гидротермальной обработке предотвращает процессы коагуляции за счет наличия электрокинетического барьера. Однако дальнейшее повышение концентрации нитрата аммония приводит к сжатию ДЭС и, как следствие, повышению вероятности коагуляции в процессе гидротермальной обработки, что приводит к снижению термостабильности материалов.

Таким образом, варьирование концентрацией нитрата аммония в зоне образования зародышей в процессе осаждения оказывает существенное влияние на поверхностные свойства частиц гидратированных оксидов и на площадь удельной поверхности формирующихся твердых растворов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, соглашение о предоставлении субсидии от 23.10.2017 г. № 14.581.21.0028 (уникальный идентификатор соглашения RFMEFI58117X0028), в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».*

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Ceria–zirconia mixed oxides: Synthetic methods and applications / D. Damma [et al.] // Catalysis Reviews. 2018. V. 60. P. 177–277.
- 2 Synthesis and study of nanostructured Ce-Zr-La-RE-O (RE=Y, Nd, and Pr) quaternary solid solution and their supported three way catalysts / Y. Zhou [et al.] // Materials&Design. 2017. V. 130. P. 149–156.